

Бульдозерлер

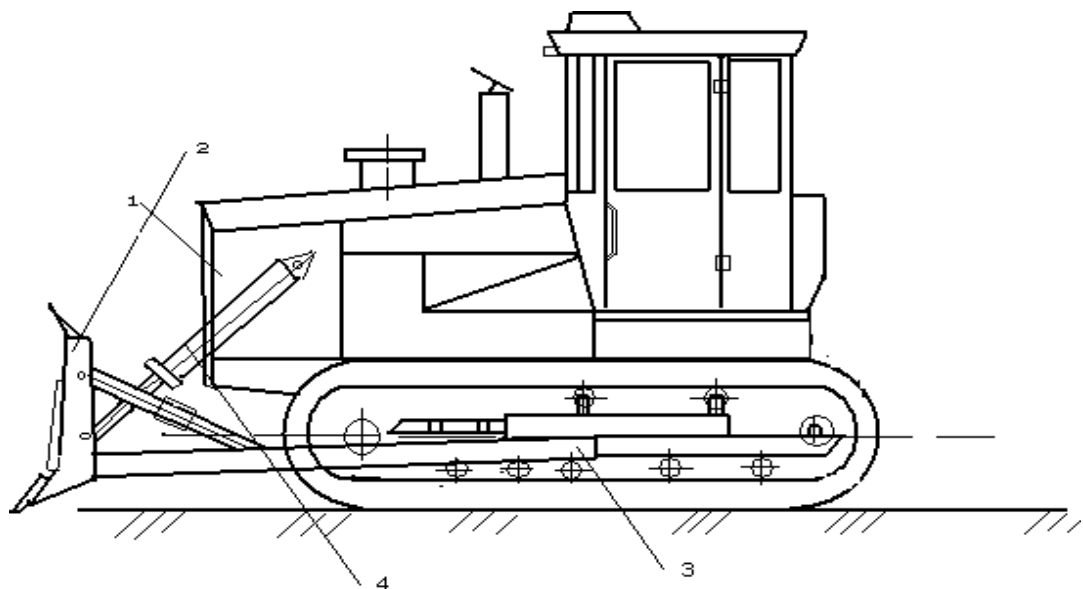
1. Жалпы мәлімет
2. Тағайындалуы мен жіктеу
3. Бульдозерді есептеу
4. Бульдозердің өнімділігі

Бульдозерлер топырақты кесуге, оны жұмыс мүшесі алдында жинастыру және топырақты машина қозғалысы кезінде беті бойынша жылжытуға арналған [5,6,7,8].

Бульдозер - шынжыр табан немесе доңғалақты тракторларға берілген ауыспалы аспалы жабдық (3.1, 3.2-суреттер).



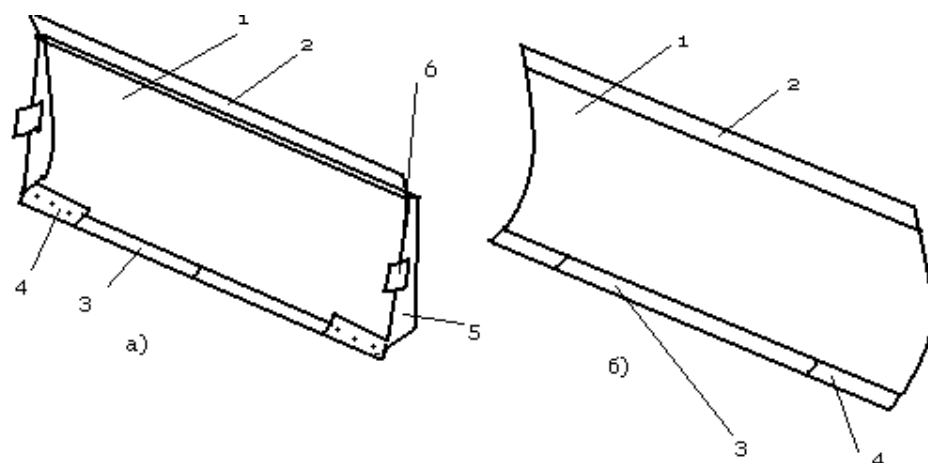
3.1-сурет - Бульдозердің жалпы көрінісі



- 1 - трактор; 2 - жұмыс мүшесі; 3 - итергіш білеулер (жақтау);
4 - басқару гидроцилиндрі

3.2-сурет - Бульдозер сұлбасы

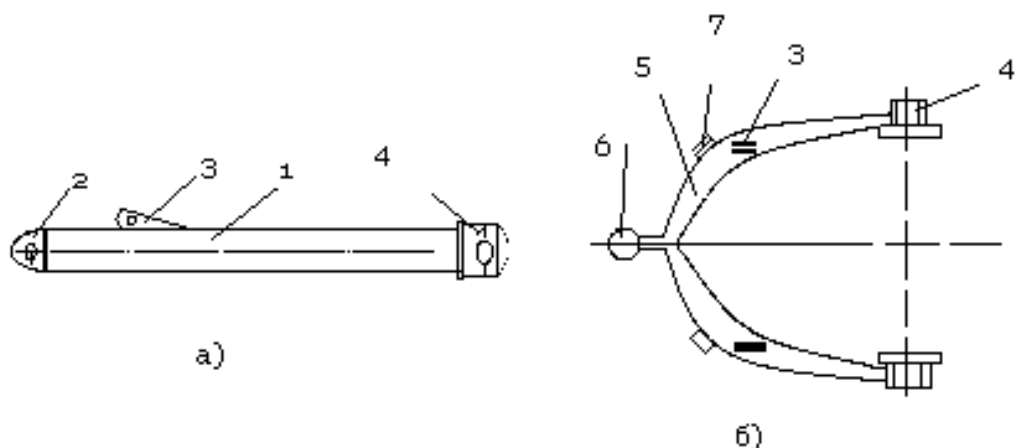
Жұмыс органы қайырма болып табылады, оның үстіне қайырма екі негізгі түрге бөлінеді: бұрылмайтын және бұрылатын (3.3-сурет).



1 - негізгі табак; 2 - маңдайша; 3 - орталық пышак; 4 - бүйір пышак;
5 - бүйір табак; 6 - бұрыштық пышак; а - бұрылмайтын қайырма сұлбасы;
б - бұрылатын қайырма сұлбасы

3.3-сурет - Бульдозер қайырмаларының сұлбасы

Қайырманы орнықты машинамен жалғау үшін итергіш білеулерді немесе әмбебап итергіш жақтауды пайдаланады (3.4-сурет).



а - итергіш білеу; б - итергіш жақтау; 1 – білеу; 2 - сырғалық тесік;
3 - ілгектер; 4 - тіркеме шарнир; 5 - жартылай жақтау;
6 - орталық саусақ; 7 - амортизатор

3.4-сурет - Қайырманы бульдозердің орнықты машинасымен жалғауға арналған жабдық сұлбасы

Бульдозер келесі түрде жұмыс істейді: машина қозғалысы кезінде қайырма түсіріледі және кескіш жиек топыраққа тереңдей отырып, белгілі бір қалыңдықтағы үгіндіні кеседі.

Кесілген топырақ сымдау призмасын түзіп, қайырма алдында жиналады және салынатын орынға жылжытылады.

Бұрылатын қайырма жұмысының ерекшелігі, оның машина қозғалысының бағытына қарай φ (қамту бұрышы) бұрышымен бекітілуі және кесілетін

топырақты бульдозерден басқа жаққа жылжыту мүмкіндігі болатыны, ал бұрылмайтын қайырма әрқашан қозғалыс бағыты бойынша тік бұрышпен бекітіледі және өзінің алдында жылжитыны болып табылады.

Бульдозерлер келесі белгілері бойынша жіктеледі: мақсаты бойынша, жүріс жабдығының типі бойынша, қайырма бекіту орны бойынша, жетек түрі бойынша, қайырма құрылымы бойынша, қуаты және сәйкес тартымдық күші бойынша.

Мақсаты бойынша:

- жалпы мақсаттағы (құрылыстық);
- арнайы мақсаттағы (шахталық, су астылық).

Жүріс жабдығының типі бойынша:

- шынжыр табан;
- доңғалақты.

Қайырма бекіту орны бойынша:

- алдыңғы қондырғымен;
- артқы қондырғымен.

Жетек түрі бойынша:

- гидравликалықпен;
- механикалықпен.

Қайырма құрылымы бойынша:

- бұрылмайтын (қамту бұрышы $\varphi=90$);
- бұрылатын ($\varphi=80-50$);
- әмбебап (қиғаштау бұрышы болады).

Қуаты және сәйкес тартымдық күші бойынша жіктеу 3.1-кестеде көрсетілген.

3.1-кесте - Бульдозерлерді қуаты бойынша жіктеу

Бульдозер типі	Қуаты, кВт	Тартымдық күші, кН
Аз габаритті	20 кем	30 кем
Жеңіл	20 - 50	30 - 140
Орташа	50 - 100	140 - 200
Ауыр	100 - 200	200 - 300
Тым ауыр	200 астам	300 астам

3.1.2 Құрылымдық және пайдалану параметрлерінің есебі

Бульдозерлерді есептеу кезінде басты параметр трактордың номинал тартымдық күші болып табылады.

$$T_n = G_{\text{сцб}} \cdot \varphi_{\text{сц}}, H, \quad (3.1)$$

мұндағы $G_{\text{сцб}}$ - бульдозердің тіркеме салмағы, Н;

$\varphi_{\text{сц}}$ - бульдозердің топырақпен ілінісу коэффициенті топырақ типіне және жүріс жабдығының типіне байланысты қабылданады.

Бульдозердің тіркеме салмағы

$$G_{\text{сцб}} = (G_{\text{тр}} + G_{\text{б.об}}), \text{ Н}, \quad (3.2)$$

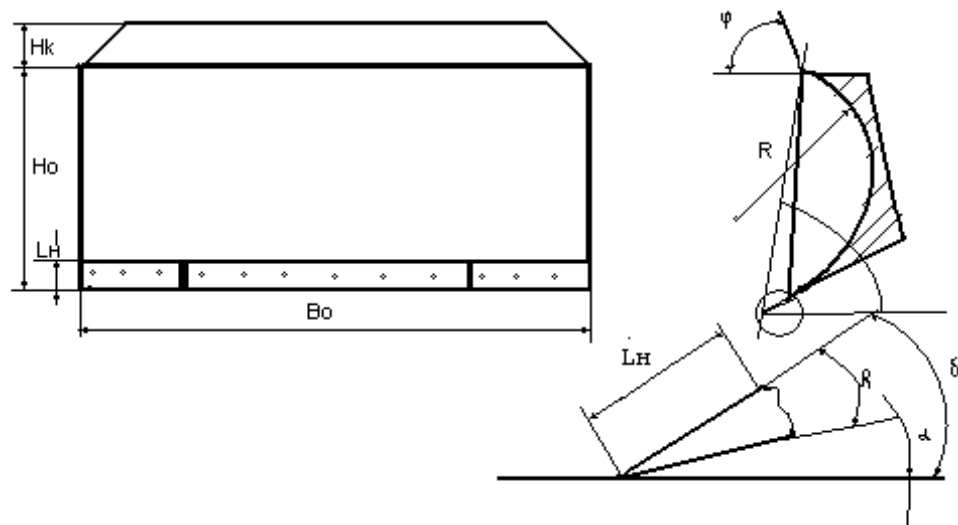
мұндағы $G_{\text{тр}}$ - трактор салмағы, Н;

$G_{\text{б.об}}$ - бульдозер жабдығының салмағы, Н.

Немесе бульдозердің тіркеме салмағы былай қабылданады

$$G_{\text{сцб}} = 1,25 G_{\text{тр}}, \text{ Н}. \quad (3.3)$$

Бульдозердің негізгі параметрлері қайырманың геометриялық өлшемдері болып табылады (3.5-сурет).



3.5-сурет - Қайырманың есептік сұлбасы

Қайырма биіктігі H_0 :

а) бұрылмайтын қайырма үшін

$$H_0 = 500 \sqrt[3]{T_H} - 0,5 T_H, \text{ мм}; \quad (3.4)$$

б) бұрылатын қайырма үшін

$$H_0 = 430 \sqrt[3]{T_H} - 0,5 T_H, \text{ мм}. \quad (3.5)$$

Қайырма ені B_0 :

а) бұрылмайтын қайырма үшін

$$B_0 = (2,8 \div 3,0) H_0, \text{ мм}; \quad (3.6)$$

б) бұрылатын қайырма үшін

$$B_0 = (3,0 \div 3,2) H_0, \text{ мм}. \quad (3.7)$$

Осы кезде мына шарт сақталуы керек

$$B_0 \geq B_{тр.} + (0,1 \div 0,2) \text{ м.} \quad (3.8)$$

Қайырма маңдайшасының биіктігі

$$H_k = (0,1 \div 0,25) \cdot H_0. \quad (3.9)$$

Негізгі табақ қисықтығының радиусы

а) бұрылмайтын қайырма үшін

$$R = 1,0 \cdot H_0, \text{ м;} \quad (3.10)$$

б) бұрылатын қайырма үшін

$$R = (0,8 \div 0,9) \cdot H_0, \text{ м.} \quad (3.11)$$

Тік сызықты бөлігінің ені « L_n » орнатылған кескіш пышақ еніне тең деп қабылданады.

Бұрыштар:

а) кесу бұрышы δ ;

1) бұрылмайтын қайырма үшін $\delta = 55^\circ$;

2) бұрылатын қайырма үшін $\delta = 50^\circ$

б) сүйірлену бұрышы β ;

1) бұрылмайтын қайырма үшін 45° ;

2) бұрылатын қайырма үшін $\beta = (35-40^\circ)$

в) артық бұрыш α бұрылмайтын және бұрылатын қайырма үшін $\alpha = (10-12^\circ)$;

г) қайырманы бекіту бұрышы $\varepsilon = 75^\circ$;

д) маңдайшаны орнату бұрышы $\varphi_k = (65-75^\circ)$.

Қазу процесінде қайырмаға топырақ тарапынан R қазуға кедергі күш әсер етеді, ол қазуға кедергі күшін құраушыларға бөлінеді:

а) қазуға кедергі күшін жанама құраушы

$$P_k = k_k \cdot h \cdot B_0, \text{ Н,} \quad (3.12)$$

мұндағы k_k - топырақтың қазуға меншікті кедергісі; Н/м^2 ;

B_0 - қайырма ені; м;

h - топырақты кесу тереңдігі; м;

б) қазуға кедергі күшін қалыпты құраушы

$$P_n = P_k \operatorname{ctg}(\mu_2 + \delta), \text{ Н} \quad \text{немесе} \quad P_n = 0,25 P_k, \text{ Н.} \quad (3.13)$$

Бульдозердің қалыпты жұмыс шарты былай жазылады:

$$T_n \geq \sum W_i, \quad (3.14)$$

мұндағы T_H - трактордың номинал тартымдық күші, Н,

$\sum W_i$ - қазуға кедергі болатын барлық күш сомасы, Н,

Бульдозердің жұмысы кезінде барлық кедергі күшінің сомасы былай жазылады (3.6-сурет):

$$\sum W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5, \text{ Н}, \quad (3.15)$$

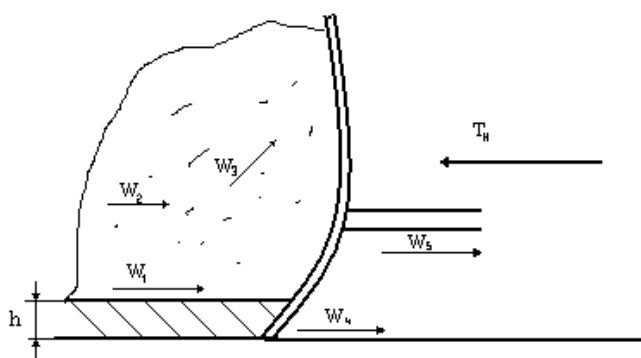
мұндағы W_1 - топырақты кесуге кедергі күш, Н;

W_2 - үйінді алдындағы топырақ айналымының кедергі күші, Н;

W_3 - топырақтың үйінді арқылы жылжу кедергі күші, Н;

W_4 - бульдозердің жүрісіне кедергі күш, Н;

W_5 - бульдозер қозғалысына кедергі күш, Н.



3.6-сурет - Есептік сұлба

Топырақты кесуге кедергі күші былай анықталады

$$W_1 = k_p \cdot B_o \cdot h = k_p \cdot F, \text{ Н}, \quad (3.16)$$

мұндағы k_p - топырақтың кесуге меншікті кедергісі, Н/м²;

B_o - қайырма ені, м;

h - топырақты кесу тереңдігі, м;

F - топырақтың кесілетін үгіндісінің көлденең қимасының ауданы, м².

3.2-кесте - Топырақтың кесуге меншікті кедергісінің мәні

k_p , МПа	Топырақ типі			
	Құм	Құмдақ	Саздақ	Саз
	0,01 - 0,03	0,05 - 0,07	0,06 - 0,09	0,15 - 0,25

Үйінді алдындағы топырақ айналымының кедергі күші

$$W_2 = G_{пр} \cdot \mu_1, \text{ Н}, \quad (3.17)$$

мұндағы $G_{пр}$ - сүйрету призмасының салмағы, Н;

μ_1 - топырақтың топыраққа үйкелу коэффициенті.
Сүйрету призмасының салмағы мына формула бойынша анықталады:

$$G_{\text{пр}} = \gamma_0 \cdot V_{\text{пр}} \cdot g / k_{\text{разр.}}, H, \quad (3.18)$$

мұндағы γ_0 - топырақтың көлемді салмағы, т/м³;
 $V_{\text{пр}}$ - сүйрету призмасындағы топырақ көлемі, м³;
 g - еркін түсу үдеуі, м/с²;
 $k_{\text{разр}}$ - топырақты қопсыту коэффициенті.

3.3-кесте - Топырақтың көлемді салмағының мәні

Топырақ типі	γ_0 , кг/м ³
Құм	1200 - 1400
Құмдақ	1400 - 1600
Саздақ	1600 - 1800
Саз	1800 - 2100

Сүйрету призмасындағы топырақ көлемі

$$V_{\text{пр}} = B_0 \cdot H_0^2 / 2k_{\text{пр}}, \text{ м}^3, \quad (3.19)$$

мұндағы B_0 - қайырма ені, м;
 H_0 - қайырма биіктігі, м;
 $k_{\text{пр}}$ - сүйрету призмасының коэффициенті топырақ типіне және H_0/B_0 қатынасына байланысты.

3.4-сурет - Сүйрету призмасы коэффициентінің мәні

Топырақ типі	Сәйкес H_0/B_0		
	0,2	0,4	0,6
Байланыспаған	1,18	1,30	1,54
Байланысқан	0,76	0,9	0,96

3.5-кесте - Топырақты қопсыту коэффициентінің мәні

Топырақ типі	$K_{\text{разр}}$
Құм	1,1 - 1,15
Құмдақ	1,15 - 1,2
Саздақ	1,18 - 1,22
Саз	1,25 - 1,35

3.6-кесте - Топырақтың топыраққа үйкелу коэффициентінің мәні

Топырақ типі	μ_1
Құм	0,53 - 0,6
Құмдақ	0,65 - 0,8
Саздақ	0,8 - 1,0
Саз	0,95 - 1,2

Топырақтың қайырма бойынша жоғары қозғалысына кедергі күші

$$W_3 = G_{\text{пр}} \cdot \mu_2 \cdot \cos^2 \delta, \text{ Н}, \quad (3.20)$$

мұндағы μ_2 - топырақтың қайырмаға үйкелу коэффициенті;
 δ - кесу бұрышы.

3.7-кесте - Топырақтың қайырмаға үйкелу коэффициентінің мәні

Топырақ типі	μ_2
Құм	0,35 - 0,5
Құмдақ	0,5 - 0,7
Саздақ	0,65 - 0,8
Саз	0,8 - 0,9

Қайырманың топырақ бойынша қозғалысына кедергі күші

$$W_4 = G_o \cdot \mu_2, \text{ Н}, \quad (3.21)$$

мұндағы G_o - қайырма салмағы, Н.
 Қайырма салмағы

$$G_o = (0,17-0,22) G_{\text{тр}}, \text{ Н}, \quad (3.22)$$

мұндағы $G_{\text{тр}}$ - трактор салмағы, Н.
 Бульдозер қозғалысына кедергі күші

$$W_5 = G_{\text{сцб}} \cdot (f \pm i), \text{ Н}, \quad (3.23)$$

мұндағы $G_{\text{сцб}}$ - бульдозердің тіркеме салмағы, Н.
 Бульдозердің тіркеме салмағы

$$G_{\text{сцк}} = 1,25 G_{\text{тр}}, \text{ Н}, \quad (3.24)$$

мұндағы f - бульдозер қозғалысына кедергі коэффициенті, ол топырақ типіне және жүріс жабдығы типіне тәуелді;
 i - жергілікті жер көлбеуінің мәні.

Жоғарыда кедергі күшін анықтау бойынша берілген формулалар бұрылмайтын қайырма үшін қолданылады. Бұрылатын қайырмамен жұмыс істеген кезде ϕ қамту бұрышы ескеріледі және кедергі күштері формулаларының түрі мынадай болады:

$$W_1 = k_p \cdot B_o \cdot h \cdot \sin \phi = k_p \cdot F \cdot \sin \phi, \text{ Н}. \quad (3.25)$$

$$W_2 = G_{\text{пр}} \cdot \mu_1 \cdot \sin \phi, \text{ Н}. \quad (3.26)$$

$$W_3 = G_{\text{пр.}} \cdot \mu_2 \cdot \cos^2 \delta \cdot \sin \phi, \text{ Н.} \quad (3.27)$$

$$W_4 = G_o \cdot \mu_2, \text{ Н.} \quad (3.28)$$

$$W_5 = G_{\text{сц.б.}} \cdot (f \pm i), \text{ Н.} \quad (3.29)$$

Сонымен қатар топырақтың қайырма бойымен жылжу күші ескеріледі

$$W_6 = G_{\text{пр.}} \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \cos \phi, \text{ Н.} \quad (3.30)$$

Бульдозердің өнімділігі жұмысты екі ауысым бойынша жүргізген кезде анықталады: топырақты қазу және жылжыту кезінде бұрылмайтын қайырмамен жұмыс кезінде және құрылыс алаңын жоспарлау бойынша бұрылатын қайырмамен жұмыс кезінде.

Топырақты қазу және жылжыту кезінде бұрылмайтын қайырмамен жұмыс кезінде

$$\Pi = 3600 \cdot V_{\text{пр}} \cdot k_{\text{укл}} \cdot k_{\text{вр.}} / T_{\text{ц}}, \text{ м}^3/\text{сағ}, \quad (3.31)$$

мұндағы $k_{\text{укл}}$ - жер көлбеуін ескеру коэффициенті;

$k_{\text{вр.}}$ - машинаны уақытпен пайдалану коэффициенті $k_{\text{вр.}} = (0,75-0,85)$ қабылданады;

$T_{\text{ц}}$ - цикл уақыты, с.

3.8-кесте - Жер көлбеуін ескеру коэффициентінің мәні

Жердің көтерілу бұрышы	$K_{\text{укл}}$
0-5°	1,0 - 1,33
5-10°	1,33 - 1,94
10-15°	1,94 - 2,25

3.9-кесте - Жер көлбеуін ескеру коэффициентінің мәні

Жердің көтерілу бұрышы	$K_{\text{укл}}$
0-5°	1,0 - 0,67
5-10°	0,67 - 0,5
10-15°	0,5 - 0,4

Бульдозер жұмысы циклінің уақыты мына формула бойынша анықталады

$$T_{\text{ц}} = t_p + t_{p.x} + t_y + t_{x.x} + t_{\text{п.п}}, \text{ с}, \quad (3.32)$$

мұндағы t_p - топырақты кесу уақыты, с;

$t_{p.x}$ - жұмыстық жүріс уақыты, с;

t_y - топырақты салу уақыты, с;

$t_{x.x}$ - бос жүріс уақыты, с;

$t_{п.п.}$ - берілісті ауыстырып-қосу уақыты, с.

Топырақты кесу уақыты мына формула бойынша анықталады

$$t_p = l_p / v_p, \text{ с}; \quad (3.33)$$

мұндағы l_p - топырақты сымдау призмасының толық жинағына дейін кесу жолы 6 бастап 10 м дейін қабылданады;

v_p - топырақты кесу кезінде жылдамдық 0,4 бастап 0,6 м/с дейін тең қабылданады.

Жұмыстық жүріс уақыты формула бойынша анықталады

$$t_{p.x} = l_{p.x} / v_{p.x}, \text{ с}, \quad (3.34)$$

мұндағы $l_{p.x}$ - топырақтың орын ауыстыру жолы, м, (қажеттілікке байланысты және 70 м дейін ұсынылады);

$v_{p.x}$ - жұмыстық жүріс жылдамдығы, м/с, 0,9-1,1 м/с қабыл-данады.

Топырақты салу уақыты формула бойынша анықталады

$$t_y = l_y / v_y, \text{ с}, \quad (3.35)$$

мұндағы l_y - топырақты салу уақыты, м, 2-ден 4 м дейін қабылданады;

v_y - топырақты салу кезінде жылдамдық, 0,4-тен 0,8 м/с дейін қабылданады.

Бос жүріс уақыты формула бойынша анықталады

$$t_{x.x} = l_{x.x} / v_{x.x}, \text{ с}, \quad (3.36)$$

мұндағы $l_{x.x}$ - бос жүріс жолы, м.

Бос жүріс жолы

$$l_{x.x} = l_p + l_{p.x} + l_y, \text{ м}, \quad (3.37)$$

мұндағы $v_{x.x}$ - бос жүріс кезінде жылдамдық 1,1-ден 2,2 м/с дейін тең қабылданады.

Бұрылыс және берілісті ауыстырып-қосу уақыты 30-дан 60 с дейін қабылданады.

Құрылыс алаңын жоспарлау бойынша бұрылатын қайырмамен жұмыс кезінде

$$\Pi = 3600 \cdot L \cdot (B_o \cdot \sin \varphi - a) \cdot k_{вр} / ((L / v_{p.x}) + t_{п.п.}) \cdot n, \text{ м}^2/\text{сағ}, \quad (3.38)$$

мұндағы B_o - қайырма ені, м;

φ - қамту бұрышы;

а - шектес жолақтардың аралық жабын шамасы 0,3-тен 0,5 м дейін қабылданады;

L - учаске ұзындығы, м;

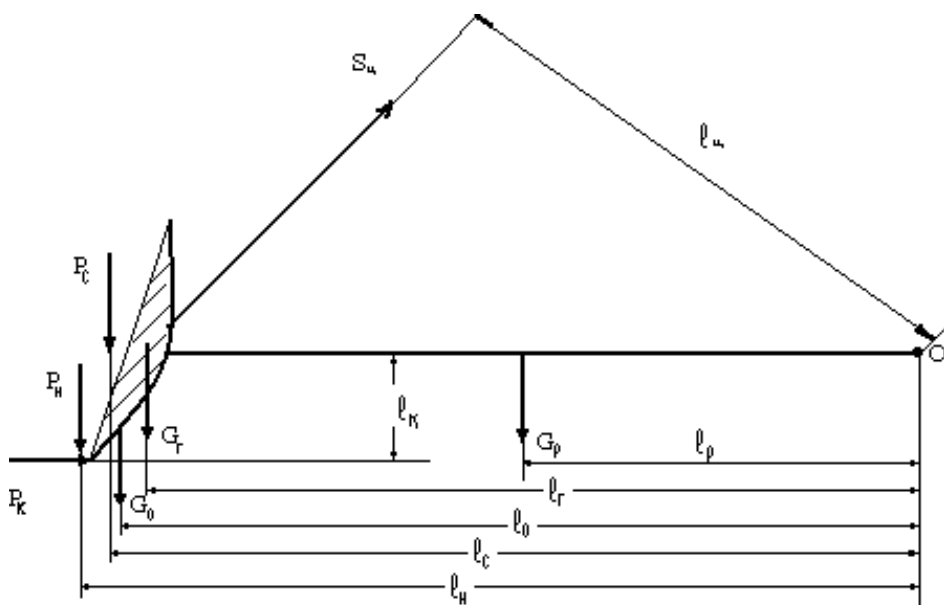
$v_{p.x}$ - жұмыстық жүріс жылдамдығы 0,8-ден 1,0 м/с дейін қабылданады;

$t_{п.п}$ - бұрылыс және берілісті ауыстырып-қосу уақыты 30-дан 60 с қабылданады;

n - бір із бойынша өту саны 1-ден 3 дейін қабылданады.

3.1.3 Жұмыс мүшесімен басқару гидроцилиндріндегі күштердің есебі

Қайырманы басқаруға қажетті гидроцилиндр $S_{ц}$ күшін анықтаймыз.



3.7-сурет - Есептік сұлба

Жүйе тепе-тендегінің теңдеуін итергіш білеулердің бұрылу нүктесіне катысты құрастырамыз „O„.

$$\sum M_O = 0, \quad (3.39)$$

$$P_H \cdot l_H + P_K \cdot l_K + P_C \cdot l_C + G_T \cdot l_T + G_O \cdot l_O + G_P \cdot l_P = S_{ц} \cdot l_{ц},$$

мұндағы P_H, P_K - қазуға кедергі күші құраушылар, Н;

G_O, G_P - сәйкес қайырма мен итергіш білеулердің салмағы, Н;

P_C - топырақтың жылжуға кедергі күші, Н;

G_T - қайырмамен бірге көтерілетін жабысқан топырақ салмағы, Н;

$S_{ц}$ - гидроцилиндрдегі күш, Н;

$l_H, l_K, l_C, l_O, l_P, l_{ц}$ - сәйкес күш иіндері, м.

Топырақтың жылжуға кедергі күші келесі формула бойынша анықталады:

$$P_c = k_c \cdot H_o \cdot B_o, \text{ Н}, \quad (3.40)$$

мұндағы k_c – топырақтың жылжытуға меншікті кедергісі былай қабылданады $k_c = (40 - 60)$ кПа.

Қайырмаға жабысқан топырақ салмағы қайырма параметрлері мен пішініне тәуелді және формула бойынша анықталады

$$G_r = \gamma_o \cdot B_o \cdot F \cdot g, \text{ Н}, \quad (3.41)$$

мұндағы γ_o - топырақтың көлемді салмағы, т/м³;

B_o - қайырма ені, м;

F - қайырмаға жабысқан топырақ қимасының ауданы, м²;

g - еркін түсу үдеуі, м/с².

Гидроцилиндрдегі $S_{ц}$ күшті анықтаймыз

$$S_{ц} = (P_n \cdot l_n + P_k \cdot l_k + P_c \cdot l_c + G_r \cdot l_r + G_o \cdot l_o + G_p \cdot l_p) / l_{ц}, \text{ Н}. \quad (3.42)$$

$S_{ц}$ күшінің алынған мәні бойынша бульдозер қайырмасын басқару үшін стандартты гидроцилиндрлерді таңдаймыз.

Пайдаланылуға керек қосымша әдебиеттер тізімі

1. Кадыров А.С., Кабикенов С.Ж., Курмашева Б.К., Аманжол Ж.І. Құрылыс техникасының даму тарихы. Қарағанды, ҚарМТУ, 2015 ж. – 76 б.

Алексеева Т.В., Артемьев К.А., Бромберг А.А. и др. Дорожные машины. Часть 2. Машины для земляных работ.- М.: Машиностроение, 1972. – 504 б.

3. Ветров Ю.А. Машины для земляных работ. – Киев. Высшая школа, 1992. - 383 б.

4. Гаркави Н.Г. Машины для земляных работ.- М.: Высшая школа, 1982. - 335б.

5. Хархута Н.Я. Дорожные машины. Л.: Машиностроение, 1986. – 416 б.

6. Полянский С.К. Эксплуатация строительных машин. – Киев: Вища школа Головное издательство, 1996. - 304 б.

7. Фейгин Л.А. Эксплуатация строительных машин и оборудования.- М.:Стройиздат, 1996. - 176 б.

8. Фейгин Л.А. Эксплуатация и техническое обслуживание машин и оборудование. М.: Стройиздат, 1998, -160 б.

9. Добронравов С.С. Строительные машины и оборудование. М.: Стройиздат, 1991. – 456 б.

10. Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. - М.: Машиностроение, 1992. – 504 б.

11. Домбровский Н.Г. Землеройные машины. - М.: Машиностроение, 1992. – 304 б.

12. Смирнов В.М., Құрмашева Б.Қ., Жүнісбекова Ж.Ж., Жанедилова А.Қ. «Жер жұмыстарына арналған машиналарды пайдалану» пәні бойынша

практикалық сабақтарға арналған әдістемелік нұсқаулар. Қарағанды, ҚарМТУ, 2015 ж. – 47 б.

Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар

1. Бульдозердің тағайындалуы.
2. Бульдозердің негізгі құрылғысы.
3. Бульдозерді есептеу.